

**No title available****Publication number:** JP5268166**Publication date:** 1993-10-15**Inventor:****Applicant:****Classification:**

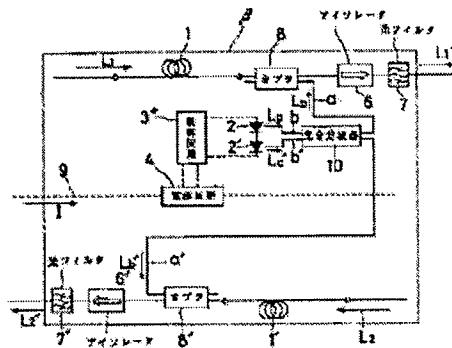
- international: H01S3/10; H01S3/06; H04B10/16; H04B10/17; H01S3/10; H01S3/06; H04B10/16; H04B10/17; (IPC1-7): H04B10/16; H01S3/10

- European:

**Application number:** JP19920062617 19920318**Priority number(s):** JP19920062617 19920318**Report a data error here****Abstract of JP5268166**

**PURPOSE:** To provide the optical amplifier relay circuit with simple circuit configuration applied to a long distance optical fiber communication system in which no system fault takes place even when one of excitation light sources for a 1st direction (incoming) and a 2nd direction (outgoing) is failed.

**CONSTITUTION:** The optical amplifier relay circuit beta directly amplifying signal lights L1, L2 in a 1st direction and a 2nd direction opposite to the 1st direction is featured to be provided with 1st and 2nd optical amplifier fibers 1, 1' amplifying the signal lights L1, L2 corresponding to the 1st and 2nd directions, 1st and 2nd excitation light sources 2, 2' connected in series or in parallel to excite the 1st and 2nd optical amplifier fibers 1, 1', a control circuit 3" supplying a current to the 1st and 2nd excitation light sources 2, 2' to control its output light, a power supply circuit 4 supplying power to the control circuit 3', two output lights La, La' of the 1st and 2nd excitation light sources 2, 2' are synthesized once by a light synthesizing and branching device 10 and then branched again, and the 1st and 2nd optical amplifier fibers 1, 1' are excited by using the two branched output lights Lb, Lb'.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-268166

(43)公開日 平成5年(1993)10月15日

|   |                              |                               |             |
|---|------------------------------|-------------------------------|-------------|
| (51)Int.Cl. <sup>5</sup><br>H 04 B 10/16<br>H 01 S 3/10 | 識別記号<br>Z 8934-4M<br>8426-5K | 府内整理番号<br>F I<br>H 04 B 9/ 00 | 技術表示箇所<br>J |
|---|------------------------------|-------------------------------|-------------|

審査請求 未請求 請求項の数1(全5頁)

|                            |  |
|----------------------------|--|
| (21)出願番号<br>特願平4-62617     | (71)出願人<br>000001214<br>国際電信電話株式会社<br>東京都新宿区西新宿2丁目3番2号 |
| (22)出願日<br>平成4年(1992)3月18日 | (72)発明者<br>若林 博晴<br>東京都新宿区西新宿2丁目3番2号 国際電信電話株式会社内       |
|                            | (72)発明者<br>秋葉 重幸<br>東京都新宿区西新宿2丁目3番2号 国際電信電話株式会社内       |
|                            | (72)発明者<br>山本 周<br>東京都新宿区西新宿2丁目3番2号 国際電信電話株式会社内        |
|                            | (74)代理人<br>弁理士 菅 隆彦                                    |

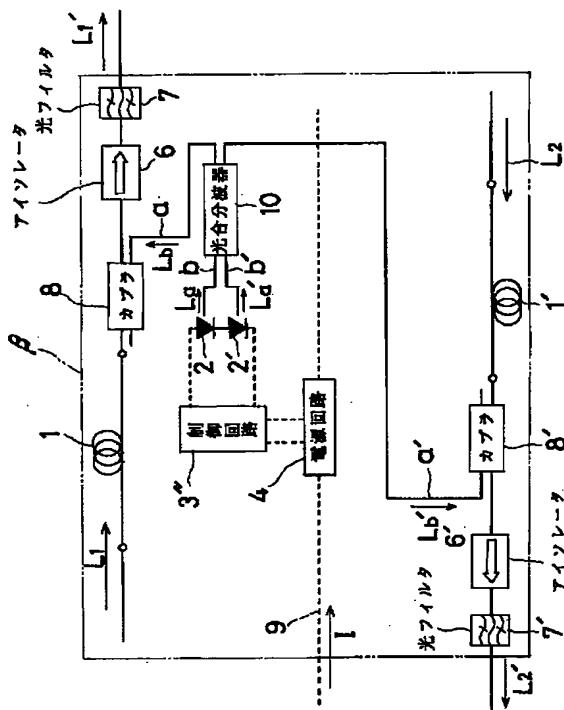
最終頁に続く

## (54)【発明の名称】 光増幅中継回路

## (57)【要約】

【目的】長距離光ファイバ通信システムへ適用する、回路構成が簡単でおかつ第1の方向(上り)・第2の方向(下り)用の励起光源の1つが故障してもシステム故障とならない、光を直接増幅して中継を行なう光増幅中継回路を提供する。

【構成】第1の方向及び当該第1の方向とは逆の第2の方向の信号光L1, L2を直接増幅する光増幅中継回路βにおいて、前記第1及び第2の方向に対応した信号光L1, L2を増幅する第1及び第2の光増幅用ファイバ1, 1' と、当該第1及び第2の光増幅用ファイバ1, 1'を励起するため直列又は並列に接続する第1及び第2の励起光源2, 2' と、当該第1及び第2の励起光源2, 2'に電流を供給しその出力光を制御するための制御回路3" と、当該制御回路3"に電力を供給する電源回路4とを有し、前記第1の励起光源2と第2の励起光源2'の2つの出力光L<sub>a</sub>, L<sub>a'</sub>を光合分波器10で1度合波してから再度分波し、当該分波された2つの出力光L<sub>b</sub>, L<sub>b'</sub>で前記第1及び第2の増幅用光ファイバ1, 1'を励起することを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】第1の方向及び当該第1の方向とは逆の第2の方向の信号光を直接増幅する光増幅中継回路において、前記第1及び第2の方向に対応した信号光を増幅する第1及び第2の光増幅用ファイバと、当該第1及び第2の光増幅用ファイバを励起するため直列又は並列に接続する第1及び第2の励起光源と、当該第1及び第2の励起光源に電流を供給しその出力光を制御するための制御回路と、当該制御回路に電力を供給する電源回路とを有し、前記第1の励起光源と第2の励起光源の2つの出力光を光合分波器で1度合波してから再度分波し、当該分波された2つの出力光で前記第1及び第2の光増幅用ファイバを励起することを特徴とする光増幅中継回路

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光ファイバ通信システム、特に大洋を横断する光海底ケーブルを始めとする長距離光ファイバ通信システムに供され、光を直接増幅して中継を行なう光増幅中継回路に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、光ファイバ通信システムの中継方式は、伝送されてきた光信号を一旦電気信号に変換し、電気的に信号を一旦再生した後、再生された電気信号を光信号に戻して次の伝送区間に伝送するという、いわゆる再生中継方式がとられていた。一方、近年の光直接増幅技術の進展により、光中継伝送の分野に於いても光増幅中継の機運が高まっている。

【0003】従来から用いられている光増幅回路及びそれを利用した光増幅中継回路を、図2乃至図4に示す。図2及び図3は従来の光増幅回路の基本的構成を示すプロックダイアグラム、図4は図3の光増幅回路を用いて構成された従来の光増幅中継回路である。

【0004】図2は光直接増幅の基本的な回路Aの構成を示している。光増幅回路Aでは、増幅媒体として希土類元素（ランタノイドやアクチノイド）をドープしたファイバ、あるいは半導体レーザ増幅器がよく用いられる。ここではエルビウム（Er）をドープしたファイバ（以下、Erドープファイバとする）1を用いた例を示している。

【0005】2はErドープファイバ1を励起するための励起光源、3は励起光源2を制御する制御回路、4は制御回路3に電力を供給する電源回路である。励起光源2は高出力半導体レーザで、発振波長約1475nmのInGaAsP/InPレーザ、あるいは発振波長980nmのInGaAs/GaAsレーザが多く用いられる。

【0006】励起光源2の出力光Laは光ファイバaに集光された後、波長分割合分波器5を経てErドープファイバ1に導入される。Erドープファイバ1内にドープされているエルビウムは光ファイバaからの励起光源

2の出力光L<sub>a</sub>によって励起状態になり、1520～1570nmの光に対して増幅作用を有するようになる。

【0007】この例では波長1558nmの入力信号光L<sub>1</sub>は矢印の方向に光ファイバで伝送され、Erドープファイバ1に導入される。Erドープファイバ1内で増幅された後、入力信号光L<sub>1</sub>は波長分割合分波器5を経てアイソレータ6、光フィルタ7を通過して増幅された出力信号光L<sub>1'</sub>となる。アイソレータ6と光フィルタ7は存在しない場合もある。

10 【0008】図3は図2の波長分割合分波器5の代わりに波長分割合分波ファイバカプラ8を用いた光増幅回路Bを示す図である。図2に用いた波長分割合分波器5と図3に用いた波長分割合分波ファイバカプラ8は基本的な機能においては同じであり、波長の異なる光に対して異なる通過特性を示す光部品である。図2の光増幅回路Aに用いている波長分割合分波器5は、基本的には多層膜ビームスプリッターであり、励起光源2の出力光L<sub>a</sub>は45°に反射し、入力信号光L<sub>1</sub>はまっすぐ通過する。波長分割合分波ファイバカプラ8はこれをファイバカプラで実現した光部品である。

20 【0009】図4は図3の光増幅基本回路B、B'を一対用いて構成された従来の光増幅中継回路αを示す図である。光増幅中継回路αは第1の方向（以下、上り方向と称する）に伝送される入力信号光L<sub>1</sub>と第1の方向と逆の第2の方向（以下、下り方向と称する）に伝送される入力信号光L<sub>2</sub>を励起光源2、2'の出力光L<sub>a</sub>、L<sub>a'</sub>により増幅中継して出力信号光L<sub>1'</sub>、L<sub>2'</sub>とするもので、上り方向に対応した光部品が下り方向にも同様に配置されている。

30 【0010】すなわち、Erドープファイバ1'、励起光源2'、制御回路3'、アイソレータ6'、光フィルタ7'、波長分割合分波ファイバカプラ8'が下り方向にも配置されている。電源回路4は上下両方向の制御回路3、3'に電力を供給しており、給電線9を通して電流Iが電源回路4に流れている。図4のような光増幅中継回路αは、再生中継回路に比べると構成が単純な上、高速の電子回路を用いることなくギガビット台の伝送速度にも容易に対応できるため、次世代の光中継回路として開発が進められようとしている。

40 【0011】

【発明が解決しようとする課題】然るに、図4に示したような従来の光増幅中継回路αは励起光源2、2'の信頼性に関連する次のような問題点を有していた。すなわち、図4の従来の光増幅中継回路αでは例えば励起光源2が故障した場合、励起光源2の出力光L<sub>a</sub>が得られないErドープファイバ1は励起されず、光信号L<sub>1</sub>が逆に吸収されるので上り信号は不通となる。すなわちシステム障害となる。

【0012】これを避けるためには励起光源2、2'の信頼性を数フィットのオーダーまで著しく上げなければ

【図2】従来から用いられている基本的な光増幅回路を示すブロックダイアグラムである。

【図3】同上・光増幅回路の別の態様を示すブロックダイアグラムである。

【図4】図3の光増幅回路を用いて構成された従来の光増幅中継回路を示すブロックダイアグラムである。

【符号の説明】

A, B, B' …光増幅回路

$\alpha$ ,  $\beta$  …光増幅中継回路

a, a', b, b' …光ファイバ

1, 1' …E r ドープファイバ

2, 2' …励起光源

3, 3', 3'' …制御回路

4 …電源回路

5 …波長分割合分波器

6, 6' …アイソレータ

7, 7' …光フィルタ

8 …波長分割合分波ファイバカプラ

9 …給電線

10 …合分波ファイバカプラ

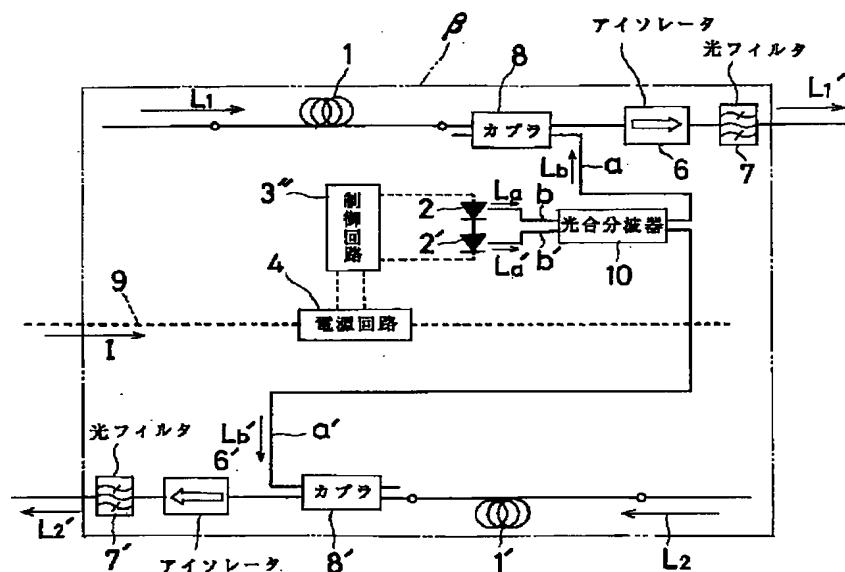
L1, L1', L2, L2' …伝送信号光

10 I …給電電流

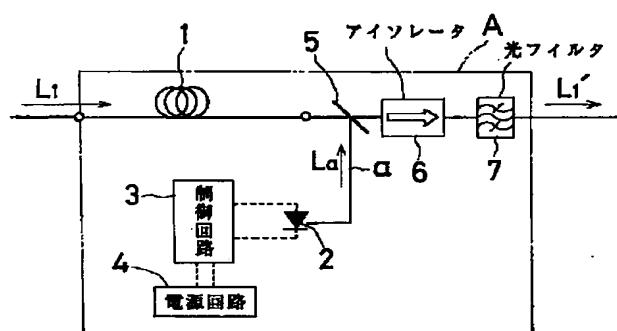
L<sub>a</sub>, L<sub>a'</sub> …出力光

L<sub>b</sub>, L<sub>b'</sub> …励起光

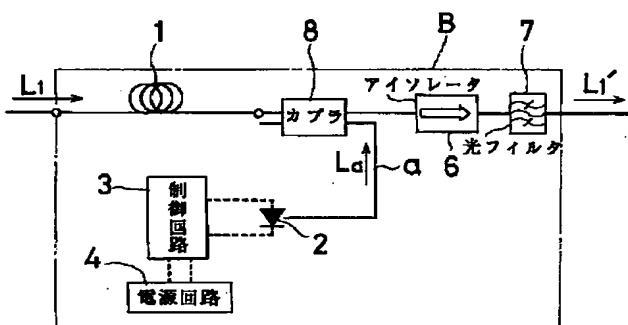
【図1】



【図2】



【図3】



3

ならない。励起光源 $2, 2'$ を冗長構成とすることも考えられるが、励起光源 $2, 2'$ の数が2倍になるうえ、劣化判別機能や冗長切替機能等の様々な追加機能が必要となり、単純構成が特徴である光増幅中継回路 $\alpha$ のメリットが薄れる。

【0013】このように従来の光増幅中継回路 $\alpha$ は、本来、構成が単純でギガビット台の光信号 $L_1, L_2$ の中継も容易に達成できるという長所を持っているが、高信頼度が要求される大洋横断などの長距離中継には適用が極めて難しいという問題点があった。こゝにおいて、本発明は前記従来の光増幅中継回路の欠点に鑑みなされたもので、長距離光増幅中継システムに適用可能な光増幅中継回路を提供せんとするものである。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】前記従来の課題の解決は、本発明が次の新規な特徴的構成手段を採用する事により達成される。即ち、本発明の特徴は、第1の方向及び当該第1の方向とは逆の第2の方向の信号光を直接増幅する光増幅中継回路において、前記第1及び第2の方向に対応した信号光を増幅する第1及び第2の光増幅用ファイバと、当該第1及び第2の光増幅用ファイバを励起するため直列又は並列に接続する第1及び第2の励起光源と、当該第1及び第2の励起光源に電流を供給しその出力光を制御するための制御回路と、当該制御回路に電力を供給する電源回路とを有し、前記第1の励起光源と第2の励起光源の2つの出力光を光合分波器で1度合波してから再度分波し、当該分波された2つの出力光で前記第1及び第2の光増幅用ファイバを励起してなる光増幅中継回路である。

#### 【0015】

【作用】本発明による光増幅中継回路は、前記のように構成するので、前記第1の励起光源と第2の励起光源の2つの光出力を光合分波器で合波を経て分波し、分波された2つの光出力で前記第1及び第2の増幅用光ファイバを励起することが可能となり、万が一、片方の励起光源が故障したとしても、システム障害となることはない。

#### 【0016】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。図1は本実施例の構成を示すブロックダイアグラムである。図中、 $\beta$ は本実施例の光増幅中継回路、 $b, b'$ は合分波ファイバカプラに入力する光ファイバ、 $3''$ は励起光源 $2, 2'$ の制御に用いる制御回路、 $10$ は合分波ファイバカプラである。

【0017】なお、前記従来例と同一の部品には、同一の符号を付した。本実施例では第1の励起光源 $2$ と第2の励起光源 $2'$ が電気的に直列に接続されており、一つの制御回路 $3''$ によって駆動・制御されている。

【0018】本実施例の仕様は、このような具体的な実施態様であるから、励起光源 $2, 2'$ である半導体レーザ

が直列に接続されているため、所要電流値としては一つ分の $500 \sim 700 \text{ mA}$ で済むことになる。従って、励起光源 $2, 2'$ を並列接続する場合に比べて、給電電流 $I$ は最大でも $1 \text{ A}$ 以下には抑えられる。

【0019】すなわち、合分波ファイバカプラ $10$ で2つの励起光源 $2, 2'$ の出力光 $L_a, L_a'$ を合波・分波して、分波された2つの励起光 $L_b, L_b'$ で第1及び第2の $E_r$ ドープファイバ $1, 1'$ を励起するものである。合分波ファイバカプラ $10$ は、通常「 $3 \text{ dB}$ カプラ」と称されており、2つの入力ファイバ $b, b'$ から入った出力光 $L_a, L_a'$ が合分波ファイバカプラ $10$ で合波されるとともに、ほぼ均等に2つに分波されて2つの出力ファイバ $a, a'$ から励起光 $L_b, L_b'$ として出て来る。

【0020】従って、仮に励起光源 $2$ が劣化などにより故障しても、励起光源 $2'$ の出力光 $L_a'$ が合分波ファイバカプラ $10$ を経て励起光 $L_b, L_b'$ となって2つの $E_r$ ドープファイバ $1, 1'$ を励起するため、入力信号光 $L_1$ 及び $L_2$ の增幅結果出力信号光 $L_1', L_2'$ の利得は減少するが、従来例のように吸収されてシステム障害になるような事は無い。

【0021】また、片方の励起光源 $2$ 若しくは $2'$ が故障した場合、もう一方の励起光源 $2, 2'$ の出力が増えるように制御回路 $3''$ を設計すれば、利得の減少も防ぐことができる。このように本実施例 $\beta$ では、励起光源 $2, 2'$ が実質的に冗長構成となっているため、従来のように励起光源 $2, 2'$ の信頼性を極端に上げる必要はない。

【0022】なお、本実施例では2つの励起光源を直列駆動する光増幅中継回路を示したが、給電能力が充分大きければ並列駆動でもよい事はいうまでもない。あるいは、将来、励起光源の所要電流の画期的な低減が達成された場合には、励起光源の並列的動作もほぼ問題ではなくなるが、その場合でも本発明の構成手段は非常に有効である。

#### 【0023】

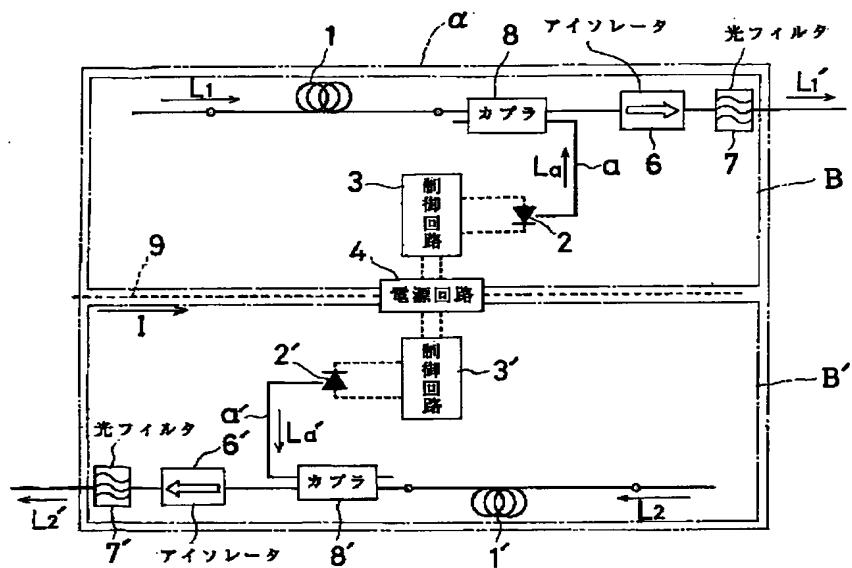
【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、達成が極めて困難と考えられる非常に高い信頼性を励起光源に要求することなく光増幅中継回路を実現することができる。従って、光増幅中継システム、特に光海底ケーブルなど長距離システムへの本発明の効果は極めて大である。

【0024】また、冗長構成で従来行なわれている非動作の別の励起光源を単に配置する方法では、所要光源数が2倍になるだけでなく、冗長光源の切り替え機構なども必要となり、回路が複雑化するが、本発明ではそのような弊害も無い等、優れた有用性を發揮する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光増幅中継回路の実施例を示すブロックダイアグラムである。

【図4】



フロントページの続き

(72) 発明者 後藤 光司  
 東京都新宿区西新宿2丁目3番2号 国際  
 電信電話株式会社内